

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 40 196 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 L 41/09
H 02 N 2/04

⑳ Aktenzeichen: 101 40 196.5
㉑ Anmeldetag: 16. 8. 2001
㉒ Offenlegungstag: 13. 3. 2003

㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Kienzler, Dieter, 71229 Leonberg, DE; Bruetsch,
Uwe, 70174 Stuttgart, DE; Uhlmann, Dietmar, Dr.,
71404 Korb, DE; Chassagnoux, Violaine, 70469
Stuttgart, DE

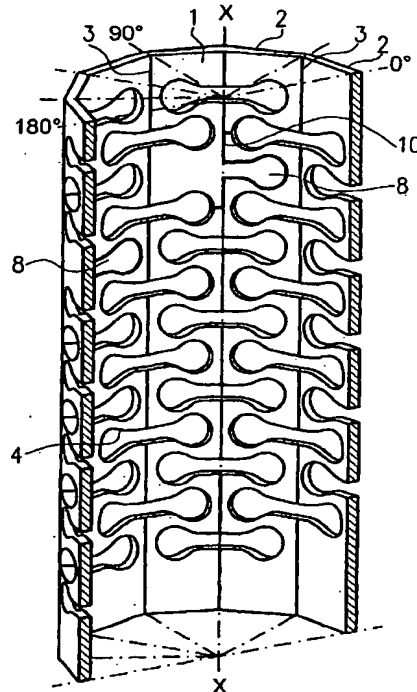
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
WO 2 000 79 609 A1
WO 2 000 08 353 A1
WO 99 08 330 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hülsenförmiger Hohlkörper für ein Piezoaktormodul sowie Verfahren zu dessen Herstellung

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hohlkörper für ein Piezoaktormodul, wobei der Hohlkörper (1) als Vieleck ausgebildet ist. Das Vieleck wird durch eine Vielzahl von Vieleckflächen (2) gebildet, welche jeweils durch Kanten (3) voneinander getrennt sind. Weiterhin wird erfindungsgemäß ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines hülsenförmigen Hohlkörpers für ein Piezoaktormodul beschrieben.



Best Available Copy

DE 101 40 196 A 1

DE 101 40 196 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen hülsenförmigen Hohlkörper für ein Piezoaktormodul sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen hülsenförmigen Hohlkörpers.

[0002] Piezoaktormodule werden beispielsweise in der Kraftfahrzeugtechnik zum Steuern von Einspritzventilen einer Brennkraftmaschine eingesetzt. Dabei sind die Piezoaktormodule üblicherweise von einem elastischen Hohlkörper umgeben, welcher der Bewegung der Piezoaktoren, sobald eine Spannung angelegt wird, entgegenwirkt. Ein derartiger Hohlkörper ist beispielsweise aus der WO 00/08353 bekannt. Dieser bekannte Hohlkörper ist zylindrisch ausgebildet und weist knochenförmige Ausnehmungen auf, um eine Gegenkraft auf den Piezoaktor ausüben zu können. Der Hohlkörper ist dabei aus einem gewalzten, perforierten rechteckigen Blech hergestellt, welches in Umfangsrichtung zu einem Zylinder gebogen (gerollt) wird und anschließend in Längsrichtung des Hohlkörpers verschweißt wird.

[0003] Die Herstellung derartiger Hohlkörper ist jedoch sehr schwierig und aufwendig, da insbesondere die Formgenauigkeit gewährleistet sein muss. Hierdurch ergibt sich eine teure Herstellung. Weiterhin besteht aufgrund der geraden Längsschweißnaht insbesondere bei Druckbeanspruchung des Hohlkörpers die Gefahr der Einknickens. Daher wird versucht, das Profil der Aussparungsgeometrie zu optimieren, um eine zu große lokale Kerbwirkung bzw. Rissbildung zu verhindern.

[0004] Weiterhin sind aus dem Stand der Technik zylindrische Hohlkörper ohne Aussparungen bekannt, welche relativ einfach und kostengünstig herstellbar sind, jedoch große Probleme bei Druckschwankungen haben, da die Hohlkörper bei Druckschwankungen leicht zum Einknicken neigen.

Vorteile der Erfindung

[0005] Der erfindungsgemäße hülsenförmige Hohlkörper mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 hat dem gegenüber den Vorteil, dass er eine deutlich verbesserte Stabilität im Vergleich mit dem Stand der Technik aufweist. Dadurch können im Bereich des Piezoaktormoduls auftretende Belastungen nicht mehr zu einer kritischen Verformung des erfindungsgemäßen Hohlkörpers führen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Hohlkörper als Vieleck ausgebildet ist, wobei er eine Vielzahl von Vieleckflächen aufweist. Dadurch kann eine sehr große Formstabilität des erfindungsgemäßen Hohlkörpers bereitgestellt werden, so dass er durch auftretende Druckschwankungen nicht verformt werden kann. Weiterhin ist der erfindungsgemäße Hohlkörper einfach und kostengünstig herstellbar. Besonders bevorzugt sind dabei die einzelnen Vieleckflächen gleich groß ausgebildet.

[0006] Um eine besonders einfache Herstellbarkeit des erfindungsgemäßen hülsenförmigen Hohlkörpers zu ermöglichen, ist der Hohlkörper vorzugsweise aus einer Abwicklung (z. B. einer Platine) hergestellt.

[0007] Um die Formstabilität des erfindungsgemäßen Hohlkörpers weiter zu verbessern, ist der Hohlkörper vorzugsweise aus einer Abwicklung hergestellt, welche in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnete Verbindungsabschnitte aufweist. Dadurch sieht die Abwicklung im abgewinkelten Zustand an ihren beiden Seiten in Längsrichtung treppenförmig aus. Durch diese Ausbildung der Abwicklung kann insbesondere die im Stand der Technik vorhandene gerade Längsschweißnaht entfallen, welche zu Sta-

bilitätsproblemen führen kann. Es sei jedoch angemerkt, dass der erfindungsgemäße Hohlkörper auch aus einer rechteckigen Abwicklung oder einer trapezförmigen Abwicklung hergestellt werden kann.

[0008] Um eine Verbindung der Stoßkanten der Abwicklung zu verbessern und eine einfachere Montage bzw. Herstellbarkeit zu ermöglichen, sind an der Abwicklung vorzugsweise integrale Verbindungselemente ausgebildet. Die Abwicklung wird dann vorzugsweise zum Hohlkörper verschweißt. Sie kann jedoch auch mittels der Verbindungselemente verclipst werden, so dass sich eine lösbare Verbindung der Stoßkanten der Abwicklung zum Hohlkörper ergibt. Hierbei kann das Verbindungselement beispielsweise ovalförmig, kugelförmig, schwalbenschwanzförmig oder rechteckig ausgebildet sein oder eine beliebige andere, zur Verbindung geeignete Form aufweisen. Die dem Verbindungselement entgegengesetzte Stoßkante weist dabei immer eine entsprechend zum Verbindungselement geformte Aussparung auf, in welche das Verbindungselement zum hülsenförmigen Hohlkörper verbunden werden kann.

[0009] Vorzugsweise weist der Hohlkörper Aussparungen auf, welche jeweils in Ebenen senkrecht zu einer Hohlkörperlängsachse in Umfangsrichtung angeordnet sind. Um die gewünschte Federwirkung zu erreichen, sind die Aussparungen bevorzugt in Längsrichtung versetzt angeordnet.

[0010] Besonders bevorzugt ist dabei die Anzahl der Vieleckflächen des Hohlkörpers gleich der doppelten Anzahl der Aussparungen je Ebene in der Abwicklung des Hohlkörpers.

[0011] Vorzugsweise sind die Aussparungen im Hohlkörper länglich gebildet und umfangsorientiert. Dabei erweitern sich die Aussparungen an ihren beiden Enden in Längsrichtung, so dass zwischen den Enden ein schmaler Mittelbereich ausgebildet ist. Somit sehen die Aussparungen im Wesentlichen knochenförmig aus.

[0012] Wenn die Aussparungen im Wesentlichen knochenförmig ausgebildet sind, wird eine besonders hohe Formstabilität bei gleichzeitig niedrigem Spannungsniveau und guter Federwirkung erreicht, wenn die Kanten des Vielecks zwischen den Aussparungen verlaufen oder wenn die Kanten des Vielecks durch den schmalen Mittelbereich der Aussparungen verlaufen. Es ist weiterhin möglich, dass die Aussparungen pro Ebene auch versetzt zueinander angeordnet sind. Dann ist es besonders bevorzugt, wenn die Kanten der Vielecke in der ersten Ebene zwischen den Aussparungen und in der darauf folgenden Ebene durch den schmalen Mittelbereich der Aussparungen verlaufen.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines hülsenförmigen Hohlkörpers für ein Piezoaktormodul umfasst dabei die Schritte des Herstellens einer Abwicklung derart, dass die Abwicklung mehrere in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnete Verbindungsabschnitte aufweist. Die Abwicklung kann dabei beispielsweise mittels Ausstanzen oder Auslasern hergestellt werden. Gemäß einem weiteren Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Abwicklung dann zu einer Hülse geformt, indem die Abwicklung im Kreis gebogen wird und die Verbindungsabschnitte an den seitlichen Endstößen der Abwicklung verclipst oder verschweißt werden. Dadurch wird ein Hohlkörper für ein Piezoaktormodul hergestellt, bei dem keine in gerader Längsrichtung verlaufende Schweißnaht vorhanden ist, sondern die Verbindungsnaht des Hohlkörpers verläuft treppenförmig, d. h. in Umfangsrichtung versetzt in mehreren Ebenen.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zusätzlich noch Kanten in Längsrichtung des Hohlkörpers ausgebildet, so dass der Hohlkörper ein Vieleck bildet. Dadurch wird eine besonders

hohe Formstabilität des erfindungsgemäßen Hohlkörpers erreicht, so dass der Hohlkörper auch gegenüber hohen Belastungen am Piezoaktormodul stabil ist.

[0015] Um eine besonders einfache Herstellung des Vielecks zu ermöglichen, ist die Abwicklung derart ausgebildet, dass sie im Wesentlichen knochenförmige Aussparungen aufweist, welche senkrecht zur Längsachse des Hohlkörpers angeordnet sind und wobei die Aussparungen zweier benachbarter Ebenen jeweils zueinander versetzt angeordnet sind. Bei einer derartigen Ausgestaltung der Abwicklung sind dann die Kanten des Vielecks jeweils an den in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordneten Verbindungsabschnitten ausgebildet, wobei die Kanten entweder zwischen den Aussparungen der Ebene oder durch den schmalen Mittelbereich der Aussparungen verlaufen. Dabei ergeben sich die Kanten dann beim Umbiegen der Abwicklung zum hülsenförmigen Hohlkörper automatisch. Somit wird eine besonders einfache und kostengünstige Herstellbarkeit des als Vieleck ausgebildeten Hohlkörpers erreicht.

Zeichnung

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0017] Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Schnittdarstellung eines Hohlkörpers gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0018] Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht des erfindungsgemäßen Hohlkörpers.

[0019] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht des erfindungsgemäßen Hohlkörpers.

[0020] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Abwicklung zur Herstellung des Hohlkörpers gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0021] Fig. 5 zeigt eine andere Ausgestaltung eines Verbindungselements für die erfindungsgemäße Abwicklung.

[0022] Fig. 6 zeigt eine weitere andere Ausführung eines Verbindungselements für die erfindungsgemäße Abwicklung und

[0023] Fig. 7 zeigt noch eine andere Ausführungsform eines Verbindungselements der erfindungsgemäßen Abwicklung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0024] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 7 ein hülsenförmiger Hohlkörper 1 für ein Piezoaktormodul gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0025] Wie insbesondere aus den Fig. 1 bis 3 ersichtlich ist, ist der hülsenförmige Hohlkörper 1 derart geformt, dass er als Vieleck mit einer Vielzahl von Vieleckflächen 2 gebildet ist. Zwischen den einzelnen Vieleckflächen 2 ist jeweils eine Kante 3 ausgebildet. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, weist der Hohlkörper 1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel zwölf Vieleckflächen 2 auf. Die Vieleckflächen 2 überdecken dabei jeweils einen Winkel $\alpha = 30^\circ$ und definieren gleich große Flächen am Umfang des Vielecks.

[0026] Das Vieleck weist eine Vielzahl von Aussparungen 4 auf. Jede Aussparung ist im Wesentlichen knochenförmig ausgebildet und weist ein erstes erweitertes Ende 5 und ein zweites erweitertes Ende 6 auf, welche durch einen Mittelbereich 7 miteinander verbunden werden. Wie insbesondere aus den Fig. 2 und 4 ersichtlich ist, sind die Aussparungen 4 jeweils in Ebenen E1, E2 usw. angeordnet. Dabei sind die Aussparungen jeweils derart positioniert, dass sie zu den Aussparungen einer benachbarten Ebene versetzt angeordnet

sind. Die Versetzung der Aussparungen je Ebene E ist dabei derart, dass der Mittelbereich 7 dann in Längsrichtung jeweils zwischen zwei Aussparungen 4 der benachbarten Ebene angeordnet ist (vgl. Fig. 4). Zur besseren Übersichtlichkeit sind in den Figuren nicht alle Ebenen E eingezeichnet.

[0027] In Fig. 4 ist eine Abwicklung des Hohlkörpers 1 dargestellt. Es sei angemerkt, dass die Abwicklung auch rechteckig oder trapezförmig ausgebildet sein kann. Der Hohlkörper 1 ist aus einem Blech, vorzugsweise aus Federstahl mit einer Dicke s (vgl. Fig. 3) hergestellt. Die einzelnen Aussparungen 4 können dabei aus dem Blech ausgestanzt oder mittels eines Lasers herausgelasert werden. Wie in Fig. 4 gezeigt, sind an der Abwicklung des Hohlkörpers 1 an einer Seite eine Vielzahl von Verbindungselementen 8 ausgebildet. An der dieser Seite gegenüberliegenden Seite sind dann Aussparungen 9 für die Verbindungselemente 8 ausgebildet. Die Form der Aussparungen 9 entspricht dabei der Negativform der Verbindungselemente 8. Die Verbindungselemente 8 bzw. die Aussparungen 9 sind dabei in Umfangsrichtung jeweils versetzt zueinander angeordnet, so dass sich zwei treppenförmige Seiten mit mehreren Verbindungsabschnitten 11 und 12 an der Abwicklung ergeben. Durch diese Ausgestaltung der Abwicklung wird erreicht, dass später beim zusammengefügt Hohlkörper 1 die Verbindungsnaht nicht in Längsrichtung parallel zur Längsachse X-X des Hohlkörpers verläuft, sondern treppenförmig über die gesamte Länge des Hohlkörpers 1 verläuft. Dadurch kann eine höhere Formstabilität des Hohlkörpers erreicht werden, da die Verbindungsnaht nicht mehr als Gerade ausgebildet ist.

[0028] Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, sind die Verbindungselemente 8 dabei jeweils um 60° versetzt zueinander angeordnet. In Fig. 4 sind mit vertikalen, gestrichelten Linien die späteren Kanten 3 des Vielecks dargestellt. Aus Fig. 4 wird auch ersichtlich, dass die jeweiligen Aussparungen 4 unterschiedlicher Ebenen E1 und E2 jeweils um 30° versetzt zueinander angeordnet sind. Wie aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, sind die einzelnen Kanten 3 des Vielecks ebenfalls jeweils um den Winkel $\alpha = 30^\circ$ zueinander versetzt angeordnet. Dabei liegen die Kanten 3 des Vielecks auf einem Kreis mit einem Durchmesser D (vgl. Fig. 3).

[0029] Die Montage des erfindungsgemäßen Hohlkörpers 1 aus der in Fig. 4 gezeigten Abwicklung erfolgt dabei derart, dass die Abwicklung im Kreis gebogen wird, bis die Verbindungselemente 8 in den Aussparungen 9 angeordnet sind. Dabei können die Verbindungselemente 8 entweder in die Aussparungen 9 eingeklippt werden oder die beiden Stoßkanten (Verbindungsabschnitte 11 und 12) werden miteinander verschweißt. Dadurch ergibt sich eine am Umfang des Hohlkörpers 1 treppenförmig verlaufende Verbindungsnaht 10 (vgl. Fig. 2). Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, verläuft die Verbindungsnaht 10 dabei nicht durchgehend, sondern ist aufgrund der Anordnung der Aussparungen 4 zwischen zwei Verbindungselementen 8 jeweils durch eine Aussparung 4 unterbrochen. Durch die Anordnung der Aussparungen 4 benachbarter Ebenen E1 und E2 um jeweils 30° versetzt wird dabei erreicht, dass beim Umbiegen der Abwicklung zum hülsenförmigen Hohlkörper 1 die Kanten 3 automatisch entstehen. Dies ergibt insbesondere herstellungsbedingte Vorteile. Bei rechteckförmigen oder trapezförmigen Abwicklungen können nach dem Rollen ebenfalls Verbindungselemente in Aussparungen eingeklippt werden oder die Enden mit einer geraden Längsnaht verschweißt werden.

[0030] Dabei sind die Aussparungen 4 unterschiedlicher Ebenen jeweils so zueinander versetzt, dass ein Bereich zwischen zwei Aussparungen 4 in einer Ebene E1 in der benachbarten Ebene E2 in Längsrichtung des Hohlkörpers auf

einen Mittelbereich 7 einer Aussparung 4 trifft (vgl. Fig. 2 und 4).

[0031] Durch die Ausbildung des hülsenförmigen Hohlkörpers 1 als Vieleck ist der Hohlkörper nicht mehr so empfindlich für Druckschwankungen wie die im Stand der Technik bekannten zylindrischen Hohlkörper von Piezoaktormodulen. Wenn weiterhin die Verbindungsnaht 10 bei einem aus einer Abwicklung hergestellten Hohlkörper 1 versetzt angeordnet wird, so dass keine gerade, durchgehende Längsnaht am Hohlkörper ausgebildet ist, wird die Formstabilität des Hohlkörpers weiter verbessert. Somit wird der erfindungsgemäße Hohlkörper durch relativ einfache formgebende Maßnahmen überraschend stabil gegenüber Druckschwankungen am Piezoaktor und kann somit eine sehr lange Lebensdauer aufweisen.

[0032] Somit wird erfindungsgemäß ein Hohlkörper für ein Piezoaktormodul bereitgestellt, wobei der Hohlkörper 1 als Vieleck ausgebildet ist. Das Vieleck wird durch eine Vielzahl von Vieleckflächen 2 gebildet, welche jeweils durch Kanten 3 voneinander getrennt sind. Weiterhin wird erfindungsgemäß ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines hülsenförmigen Hohlkörpers für ein Piezoaktormodul beschrieben.

[0033] Die vorhergehende Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

Patentansprüche

1. Hülsenförmiger Hohlkörper für ein Piezoaktormodul, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlkörper (1) als Vieleck mit einer Vielzahl von Vieleckflächen (2) ausgebildet ist.
2. Hohlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (1) aus einer flachen Abwicklung hergestellt ist.
3. Hohlkörper nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwicklung in Umfangsrichtung zueinander versetzt oder nicht versetzt angeordnete Verbindungsabschnitte (11, 12) aufweist.
4. Hohlkörper nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass an der Abwicklung integral Verbindungselemente 8 ausgebildet sind.
5. Hohlkörper nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (1) durch Verschweißen oder Verclipsen aus der Abwicklung hergestellt ist.
6. Hohlkörper nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement (8) ovalförmig, kugelförmig, schwalbenschwanzförmig oder rechteckig ausgebildet ist.
7. Hohlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper Aussparungen (4) aufweist, welche jeweils in Ebenen (E1, E2) senkrecht zur Hohlkörperlängsachse (X-X) angeordnet sind.
8. Hohlkörper nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Vieleckflächen (2) gleich der doppelten Anzahl der Aussparungen (4) je Ebene (E1, E2) der Abwicklung des Hohlkörpers (1) ist.
9. Hohlkörper nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (4) länglich gebildet sind und sich an den beiden Enden (5, 6) in Längsrichtung erweitern, so dass zwischen den Enden

(5, 6) ein schmaler Mittelbereich (7) gebildet ist.

10. Hohlkörper nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Kanten (3) des Vielecks pro Ebene (E1, E2) zwischen den Aussparungen (4) oder durch den schmalen Mittelbereich (7) der Aussparungen (4) verlaufen.

11. Hohlkörper nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen versetzt zueinander angeordnet sind.

12. Verfahren zur Herstellung eines hülsenförmigen Hohlkörpers (1) für ein Piezoaktormodul, umfassend die Schritte:

- Ausstanzen oder Auslasern einer Abwicklung aus einem flachen Ausgangsmaterial derart, dass die Abwicklung mehrere, insbesondere in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnete, Verbindungsabschnitte (11, 12) aufweist, und
- Formen der Abwicklung zu einem hülsenförmigen Hohlkörper, indem die Abwicklung im Kreis gebogen wird und die Verbindungsabschnitte (11, 12) an den Endstößen miteinander verbunden werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch den Schritt des Ausbildens von Kanten (3) in Längsrichtung des hülsenförmigen Hohlkörpers (1), so dass der hülsenförmige Hohlkörper (1) als Vieleck ausgebildet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

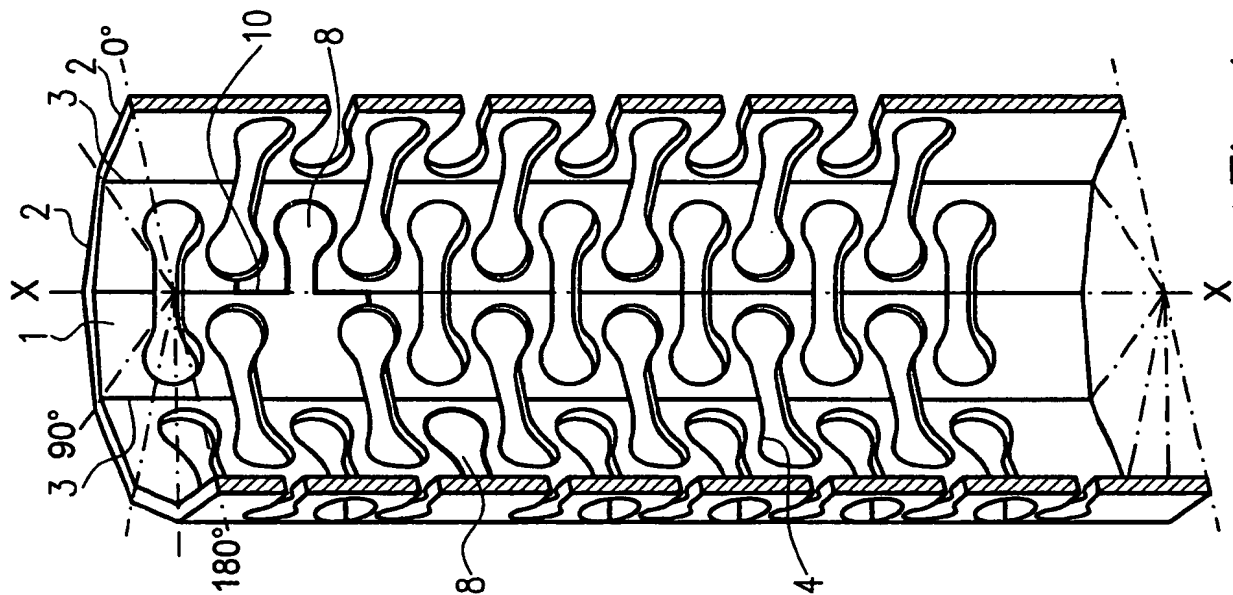


Fig. 1

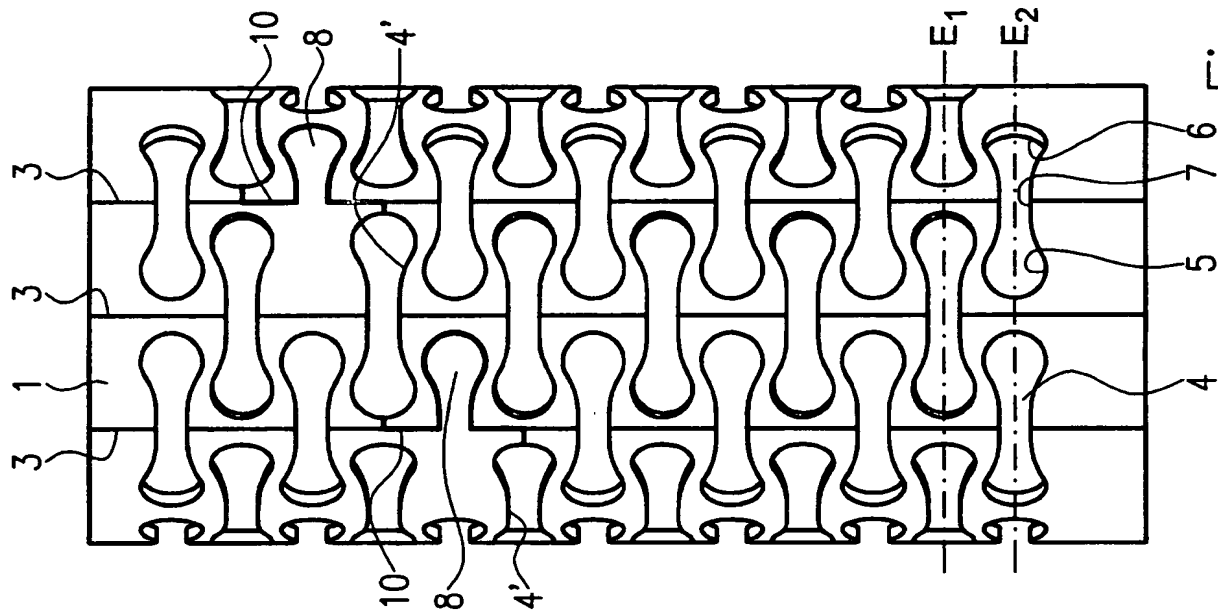


Fig. 2

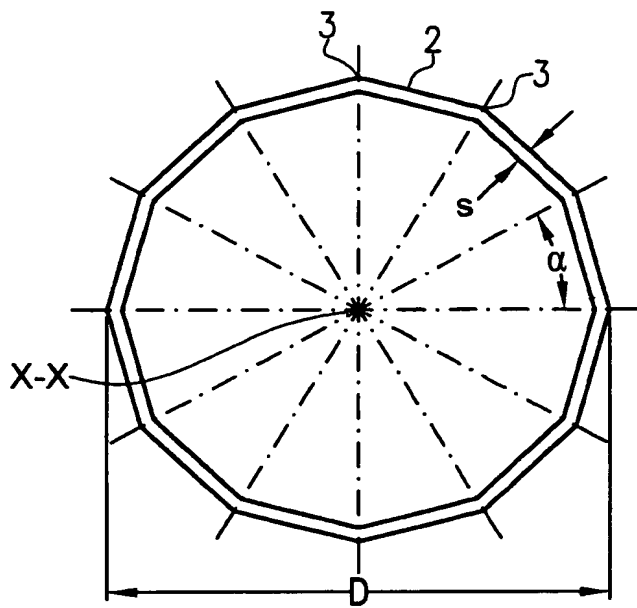


Fig. 3

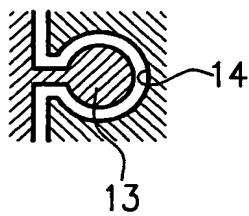


Fig. 5

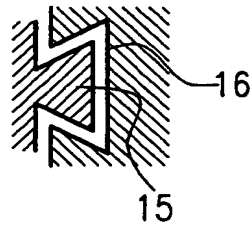


Fig. 6

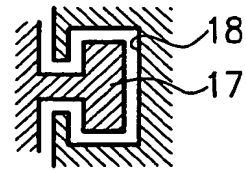
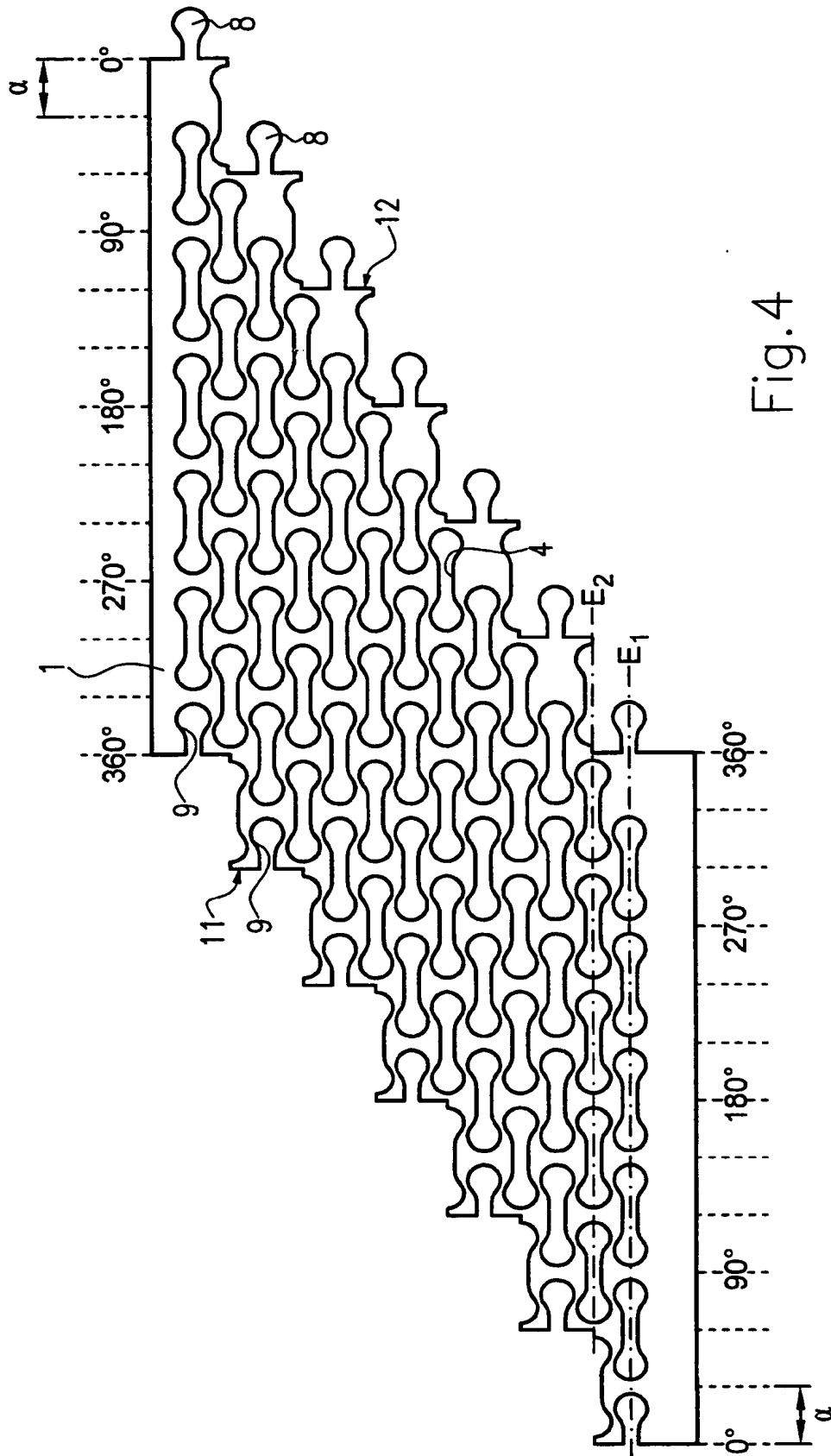


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.